



#4

Attorney Docket No. 392.1737

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tetsuo HISHIKAWA, et al.

Application No.: 10/023,944

Group Art Unit:

Filed: December 21, 2001

Examiner:

For: METHOD OF AND APPARATUS FOR SYNCHRONOUS CONTROL

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the Applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-400228

Filed: December 28, 2000

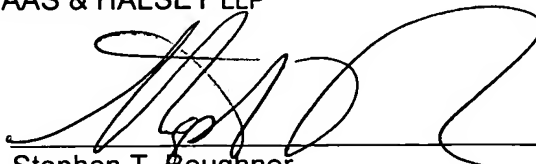
It is respectfully requested that the Applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

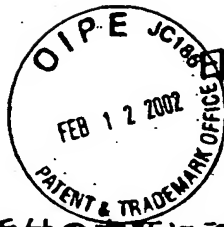
Date: 2/12/02

By:


Stephen T. Boughner
Registration No. 45,317

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

BEST AVAILABLE COPY



本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-400228

出 願 人
Applicant(s):

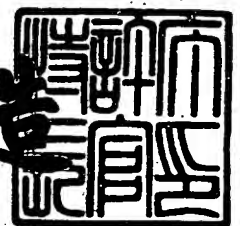
ファナック株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3105653

【書類名】 特許願
【整理番号】 P13870
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G05B 19/18
【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 藤林 謙太郎

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 菱川 哲夫

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 出射 敬

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【選任した代理人】

【識別番号】 100101915

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩野入 章夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 同期制御方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動側部材の位置と該位置に対する従動側部材の位置との位置関係に基づき駆動側部材の位置に対する従動側部材の位置データを求め、該位置データに基づく移動指令を従動側部材を駆動する駆動機構に与えて、駆動側部材と従動側部材との同期制御を行う同期制御方法において、
駆動側部材と従動側部材との同期動作を開始する同期開始位置を与え、
前記同期開始位置より前の時点の移動開始位置から同期開始位置までの間において加減速制御を行い、同期開始位置より以降は前記位置データに基づく位置制御を行う、同期制御方法。

【請求項 2】 同期開始位置より所定距離だけ前方の位置を移動開始位置とし、該移動開始位置と同期開始位置とを結ぶ直線を同期合わせ用の経路とし、加減速制御を行う、請求項 1 記載の同期制御方法。

【請求項 3】 同期合わせ用の加減速曲線を備え、該加減速曲線の終点を同期開始位置に一致させて加減速制御を行う、請求項 1 記載の同期制御方法。

【請求項 4】 第 2 の加減速曲線により従動側部材を停止させ、駆動側部材と従動側部材との同期をはずす、請求項 1, 2, 又は 3 記載の同期制御方法。

【請求項 5】 複数個の従動側部材に対して同期開始位置を個別に与え、各従動側部材を独立して同期制御を行う、請求項 1, 2, 3 又は 4 記載の同期制御方法。

【請求項 6】 駆動側部材と従動側部材とを同期制御する同期制御装置であって、

駆動側部材の位置と該位置に対する従動側部材の位置との位置関係に関する同期位置プロファイルデータ、駆動側部材と従動側部材との同期動作を開始する同期開始位置に関する位置データを記憶手段に備え、

前記同期開始位置より前の時点の移動開始位置から同期開始位置までの間において加減速制御を行い、

同期開始位置より以降は同期位置プロファイルデータの位置関係に基づいて駆動

側部材の位置に対する従動側部材の位置データを求め、該位置データに基づく移動指令を形成し、該移動指令を従動側部材の駆動機構に送ることを特徴とする同期制御装置。

【請求項 7】 前記記憶手段は従動側部材の始動開始位置の位置データを備え、

該移動開始位置の位置データと前記同期開始位置の位置データから直線的な加減速曲線を形成し、該を加減速曲線同期合わせ用経路として加減速制御を行うことを特徴とする、請求項 6 記載の同期制御装置。

【請求項 8】 前記記憶手段は同期合わせ用の加減速曲線に関するデータを備え、

該加減速曲線の終点を前記同期開始位置に一致させて加減速制御を行うことを特徴とする、請求項 6 記載の同期制御装置。

【請求項 9】 前記記憶手段は従動側部材の停止動作にかかわる第 2 の加減速曲線に関するデータを備え、

該第 2 の加減速曲線により従動側部材を停止させ、駆動側部材と従動側部材との同期をはずすことを特徴とする、請求項 6, 7, 又は 8 記載の同期制御装置。

【請求項 10】 前記記憶手段は、前記各データを複数個の各従動側部材毎に備え、

前記各従動側部材に対して同期開始位置を個別に与え、各従動側部材を独立して同期制御を行うことを特徴とする、請求項 6, 7, 8 又は 9 記載の同期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、工作機械、産業用機械、ロボット等の作動部分を有する機械類の制御において、複数の作動部材を同期させて駆動する同期制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

工作機械、産業用機械、及びロボット等の作動部分を有する機械類の制御にお

いて、複数の作動部材を同期させて制御する場合がある。このような同期制御において、複数の作動部材を駆動側と従動側に区分し、従動側部材の位置制御を駆動側部材の位置データに対応させて行う同期制御が知られている。この同期制御は、いわゆる電子カムによる同期制御として知られており、従動側部材はサーボモータ等の駆動機構を備え、該駆動機構を駆動側部材の位置データに応じて位置制御する。この同期制御によって、従動側部材は駆動側部材に同期した動作を行う。

【 0 0 0 3 】

図 1 1 は従来の同期制御を説明するための概略構成図である。図 1 1 において、従動側 2 は制御装置 6 の移動指令に基づいてサーボモータ 4 によって駆動される。制御装置 6 は、駆動側 1 と従動側 2 の各部材が同期して作動するときの各部材間の位置関係を記憶し、所定間隔で駆動側 1 側の部材位置に対する従動側 2 側の部材位置の位置データを前記位置関係から求め、この位置関係に基づいて移動指令を従動側 2 の部材駆動用のサーボモータ 4 に与えて、従動側 2 の部材の位置制御を行う。これによって、駆動側 1 と従動側 2 との同期をとることができる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

従来の同期制御では、停止状態の従動側の部材を駆動中の駆動側の部材に同期させると機械的衝撃が大きくなるという場合があり、駆動側の速度を低速とする必要がある。

【 0 0 0 5 】

例えば、同期制御では、従動側部材の移動を開始する場合、従動側部材の位置と同期位置との偏差を減少させる位置制御を行う。この位置制御によって、従動側部材は同期位置に移動し、同期速度となる。しかしながら、このとき、従動側部材が同期位置に向かう加速度と同期位置上における加速度はその方向が大きく異なるため、駆動側部材と従動側部材との間で機械的衝撃が発生する。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は従来の問題点を解決し、駆動側と従動側の同期制御において、円滑な同期開始を行うことを目的とし、また、円滑な同期により駆動側と従動

側間の機械的衝撃を低減することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の同期制御方法及び同期制御装置は、従動側部材の駆動を開始して駆動側部材の動作に同期させる際に、同期した動作を開始する同期開始位置より前の時点で従動側部材の移動を開始し、同期開始位置において、駆動側部材と従動側部材の同期を合わせるものであり、これによって、円滑な同期開始を行い、また、円滑な同期により駆動側と従動側間の機械的衝撃を低減するものである。

【0008】

本発明の第1の態様は、駆動側部材の位置と該位置に対する従動側部材の位置との位置関係に基づき駆動側部材の位置に対する従動側部材の位置データを求め、該位置データに基づく移動指令を従動側部材を駆動する駆動機構に与えて、駆動側部材と従動側部材との同期制御を行う同期制御において、駆動側部材と従動側部材との同期動作を開始する同期開始位置を与え、従動側部材の駆動機構は、同期開始位置より前の時点の移動開始位置から同期開始位置間での間において加減速制御を行い、同期開始位置より以降は前記位置データに基づく位置制御を行う。

【0009】

図1は本発明の同期制御方法及び同期制御装置を適用した構成を説明するためのブロック図である。図1において、従動側2の部材は、制御装置3の制御によって駆動側1の部材の動作に同期した動作をする。本発明の第1の態様によれば、制御装置3は、記憶手段5内に同期位置プロファイル γ 、同期開始位置Pを備える。制御装置3は、駆動側1の部材が動作中にその位置データを入力し、同期位置プロファイル γ から駆動側の位置に対する従動側の位置データを求め、該位置データに基づいて移動指令を形成する。従動側2のサーボモータ4は該移動指令を受けて動作し、従動側2の部材を駆動する。

【0010】

同期制御において、駆動側1が動作中で従動側2が停止している場合、制御装置3は停止中の従動側部材を始動させ、駆動側1の部材の動作に同期を合わせる

。この同期合わせにおいて、駆動側部材と従動側部材との同期動作を開始する同期開始位置を与え、この同期開始位置において、従動側部材の位置及び速度を同期時の位置及び速度と一致させる。

【 0 0 1 1 】

同期合わせは、同期開始位置より前の時点の移動開始位置から同期開始位置までの間において加減速制御することによって行う。同期開始位置で同期合わせが完了した後は、駆動側 1 の位置データに基づいて位置制御を行う。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様の加減速制御を直線的な加減速曲線で行うものである。第 2 の態様では、同期開始位置より所定距離だけ前方の位置を移動開始位置とし、該移動開始位置と同期開始位置とを結ぶ直線を同期合わせ用の経路とし、加減速制御を行う。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 3 の態様は、第 1 の態様の加減速制御を同期合わせ用の加減速曲線で行うものであり、加減速曲線の終点を同期開始位置に一致させて加減速制御を行う。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 4 の態様は、同期動作を行う従動側の部材を減速、停止させ、同期を外すものであり、従動側部材の停止動作制御を第 2 の加減速曲線により行う。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 5 の態様は、駆動側に同期して動作する従動側の部材を複数個とするものであり、複数個の従動側部材に対して個別に同期開始位置を与えて定め、各従動側部材を独立して同期制御を行う。複数個の従動側部材は、各独立した部材や連結した部材や、あるいは一部材を駆動する x 軸方向、y 軸方向、z 軸方向の各軸方向に対応させることができる。

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、同期開始位置 P において、同期位置プロファイル γ との速度差を小さくすることによって、同期時に発生する機械的衝撃を減少させることができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図を参照しながら詳細に説明する。

本発明の第 1 の形態について、図 1 ～図 3 に基づいて説明する。図 2 は本発明の第 1 の形態の同期制御による駆動側及び従動側の位置を説明する図であり、図 3 は本発明の第 1 の形態の同期制御方法及び装置のフローチャートである。

【 0 0 1 8 】

第 1 の形態において、図 1 に示す制御装置 3 中の記憶手段 5 は、駆動側と従動側の位置関係を表す同期位置プロファイル γ 、同期を開始する位置を表す同期開始位置 P、同期開始位置 P より所定距離だけ前方の位置において、従動側部材の移動を開始する移動開始位置 A、停止動作開始位置 Q、及び減速停止用位置プロファイル β の各データを記憶し設定する。なお、停止動作開始位置 Q 及び減速停止用位置プロファイル β は、同期して動作している従動側の同期を外して、停止させる制御に用いるデータである。停止動作開始位置 Q は同期位置プロファイル γ からの同期を外れる位置を定め、減速停止用位置プロファイル β は、減速状態及び停止位置を定める。これら各データは、外部から図示しない入力手段によって設定することができる（ステップ S 1）。

【 0 0 1 9 】

第 1 の形態は同期合わせのために行う加減速制御を直線的な加減速曲線に従って行うものであり、移動開始位置 A 及び同期開始位置 P を用いて直線的な加減速曲線を形成する。なお、以下の図 2、3 の説明では、同期開始位置 P、移動開始位置 A、及び停止動作開始位置 Q は駆動側の位置として扱うが、同期位置プロファイル γ に示される位置関係を用いることによって、同期開始位置 P、移動開始位置 A、及び停止動作開始位置 Q を従動側の位置として扱うこともできる。

【 0 0 2 0 】

図 2 (a) は、駆動側部材が周期的にストローク動作を繰り返す場合を示している。図中の点 A 及び点 P は、移動開始位置 A 及び同期開始位置 P を示している。

【 0 0 2 1 】

制御装置 3 は、記憶手段 5 から同期開始位置 P を読み出し（ステップ S 2）、同期フラグ F を 0 に設定する。同期フラグ F は、制御装置 3 は同期位置プロファイル γ に従って同期制御を行っているか否かの判定に用いるフラグである。ここでは、同期制御を行っていない場合を同期フラグ F = 0 とし、同期制御を行っている場合を同期フラグ F = 1 とする（ステップ S 3）。

【 0 0 2 2 】

同期フラグ F が 0 である場合（ステップ S 4）、制御装置 3 は同期信号の入力を待ち、この間、同期制御以外の制御を行う。同期信号は同期制御を行うか否かを定めるトリガー信号となり、制御装置 3 は同期信号がオンの状態において同期合わせ及び同期制御を行い、同期信号がオンからオフに変化したとき同期を外し、オフ状態では同期制御を行わない（ステップ S 5）。

【 0 0 2 3 】

制御装置 3 は同期信号がオン状態となったことを検出すると、記憶装置 5 から移動開始位置 A を読み出し（ステップ S 6）、駆動側の位置データ（図 2（a））を入力して駆動側位置 x b を取り込む。図 2 では、移動開始位置 A 及び駆動側位置 x b は位相データで表している。なお、駆動側位置 x b は所定間隔毎に駆動側 1 から入力することができる（ステップ S 7）。取り込んだ駆動側位置 x b と移動開始位置 A とを比較し、駆動側位置 x b が移動開始位置 A に到達したか否かを判定する（ステップ S 8）。

【 0 0 2 4 】

駆動側位置 x b が移動開始位置 A に到達すると、この移動開始位置 A から同期開始位置 P までの間において、同期合わせの制御を行う。この同期合わせの制御は、移動開始位置 A に対応する従動側の位置 A' と同期開始位置 P に対応する従動側の位置 P' を記憶手段 5 から読み出し、読み出した位置 A' と位置 P' とを結ぶ直線を形成する。

【 0 0 2 5 】

なお、図 2（b）において、曲線 α は、同期開始位置 P' を通り、従動側移動開始位置 D に接し、同期開始位置 P' での接線を共有する放物線である。図において、駆動側が一定速度で動くものと想定すると、位相は時間とみなすこともで

きる。この曲線 α と従動側移動開始位置Dとの交点A'が移動開始位置となる。移動開始後、曲線 α の実線部分の軌跡を通して同期開始位置P'で同期を開始する。点A'から点P'までの移動は、駆動側が一定速度で動くものと想定すると、図2(c)の従動側速度に示すように直線となる。

【0026】

同期合わせの制御は、形成した直線を加減速曲線として位相 x b に対する従動側の位置Bを算出し(ステップS9)、算出した位置Bのデータに基づいて分配パルスを形成してサーボモータ4を駆動する。このサーボ制御によって、従動側の駆動側に対する同期合わせを行う(ステップS10)。

【0027】

制御装置3は、駆動側位置 x b が同期開始位置Pに到達したか否かを監視し、駆動側位置 x b が同期開始位置Pに到達するまで前記ステップS4～ステップS10を繰り返す(ステップS11)。駆動側位置 x b が同期開始位置Pに到達した時点を同期合わせの終了時点とする。以後、同期フラグ $F=1$ とし、同期位置プロファイル γ に従った同期制御を行う(ステップS12)。なお、前記ステップS11、12の工程は、ステップS13、14を通過した場合には不要となる。

【0028】

ステップS4において同期フラグ $F=1$ の場合には、同期制御中であることを示している。ここで、制御装置3は同期信号がオン状態であるか、あるいはオン状態からオフ状態に変化しているかの判定を行う(ステップS13)。同期信号がオン状態である場合には、同期位置プロファイル γ 上において、駆動側位置 x c に対する従動側の位置C(図2(b))を算出し(ステップS14)、算出した位置Cのデータに基づいてステップS10のサーボ制御を行う。

【0029】

また、ステップS13の同期信号の判定において、オン状態からオフ状態に変化している場合には、同期制御を解除するものと判定し、減速停止処理を行って従動側の部材を停止させ、同期を解除する(ステップS40)。

【0030】

なお、図 2 (b) では、同期開始位置 P に対応する従動側の位置 P' は同期位置プロファイル γ 上のピーク位置の場合を示しているが、該位置 P' は同期位置プロファイル γ 上の任意の位置とすることができる。また、移動開始位置 A における従動側の位置 A' は基底位置 (図中の 0 の位置) の場合を示しているが、駆動側部材や他の従動側部材と干渉しない位置であれば、任意の位置とすることができる。図 2 (c) は、従動側の位置を基底位置 (図中の 0 の位置) からはずれた位置 A'' の場合について示している。この場合の同期合わせの制御及び同期制御は、図 2 (b) の場合と同様に行うことができる。

【 0 0 3 1 】

本発明の第 2 の形態について、図 1, 図 4, 図 5 に基づいて説明する。図 4 は本発明の第 2 の形態の同期制御による駆動側及び従動側の位置を説明する図であり、図 5 は本発明の第 2 の形態の同期制御方法及び装置のフローチャートである。

【 0 0 3 2 】

第 2 の形態において、図 1 に示す制御装置 3 中の記憶手段 5 は、駆動側と従動側の位置関係を表す同期位置プロファイル γ 、同期を開始する位置を表す同期開始位置 P、同期合わせ用位置プロファイル α 、停止動作開始位置 Q、及び減速停止用位置プロファイル β の各データを記憶し設定する。同期合わせ用位置プロファイル α は、同期開始位置 P において、同期位置プロファイル γ との速度差が小さくなるよう設定することによって、同期時に発生する機械的衝撃を減少させることができる。これら各データは、外部から図示しない入力手段によって設定することができる (ステップ S 2 1)。

【 0 0 3 3 】

第 2 の形態は、加減速制御を同期合わせ用の加減速曲線で行うものであり、加減速曲線の終点を同期開始位置に一致させて加減速制御を行う。なお、以下の図 4, 5 の説明では、同期開始位置 P 及び停止動作開始位置 Q は駆動側の位置として扱うが、同期位置プロファイル γ に示される位置関係を用いることによって、同期開始位置 P 及び停止動作開始位置 Q を従動側の位置として扱うこともできる。

【 0 0 3 4 】

図 4 (a) は図 2 (a) と同様に、駆動側部材が周期的にストローク動作を繰り返す場合を示している。図中の点 P は、同期開始位置 P を示している。

【 0 0 3 5 】

制御装置 3 は、記憶手段 5 から同期開始位置 P を読み出し (ステップ S 2 2) 、同期フラグ F を 0 に設定する。なお、同期フラグ F は前記ステップ S 3 と同様とすることができる (ステップ S 2 3) 。

【 0 0 3 6 】

同期フラグ F が 0 である場合 (ステップ S 2 4) 、制御装置 3 は同期信号の入力を待ち、この間、同期制御以外の制御を行う。制御装置 3 は同期信号がオンの状態において同期合わせ及び同期制御を行い、同期信号がオンからオフに変化したとき同期を外し、オフ状態では同期制御を行わない (ステップ S 2 5) 。

【 0 0 3 7 】

制御装置 3 は同期信号がオン状態となったことを検出すると、記憶装置 5 から同期合わせ用位置プロファイル α を読み出し (ステップ S 2 6) 、同期合わせ用位置プロファイル α から同期合わせを開始する移動開始位置 A' を算出する。同期合わせ用位置プロファイル α は、同期開始位置 P' 及び移動開始位置 A' と両位置を結ぶ加減速曲線で形成される (ステップ S 2 7) 。

【 0 0 3 8 】

駆動側の位置データ (図 4 (a)) を入力して駆動側位置 x b を取り込む。図 4 では、同期開始位置 P 及び駆動側位置 x b は位相データで表している。なお、駆動側位置 x b は所定間隔毎に駆動側 1 から入力することができる (ステップ S 2 8) 。取り込んだ駆動側位置 x b と移動開始位置 A' とを比較し、駆動側位置 x b が移動開始位置 A' に到達したか否かを判定する (ステップ S 2 9) 。

【 0 0 3 9 】

駆動側位置 x b が移動開始位置 A' に到達すると、この移動開始位置 A' から同期開始位置 P' までの間において、同期合わせ用位置プロファイル α に従って同期合わせの制御を行う。同期合わせの制御は、同期合わせ用位置プロファイル α 上において位相 x b に対する従動側の位置 B を算出し (ステップ S 3 0) 、算

出した位置Bのデータに基づいて分配パルスを形成してサーボモータ4を駆動する。このサーボ制御によって、従動側の駆動側に対する同期合わせを行う（ステップS31）。

【0040】

制御装置3は、駆動側位置x bが同期開始位置Pに到達したか否かを監視し、駆動側位置x bが同期開始位置Pに到達するまで前記ステップS24～ステップS31を繰り返す（ステップS32）。駆動側位置x bが同期開始位置Pに到達した時点を同期合わせの終了時点とする。以後、同期フラグF=1とし、同期位置プロファイル γ に従った同期制御を行う（ステップS33）。

【0041】

ステップS24において同期フラグF=1の場合には、同期制御中であることを示している。制御装置3は同期信号がオン状態であるか、あるいはオン状態からオフ状態に変化しているかの判定を行う（ステップS34）。同期信号がオン状態である場合には、同期位置プロファイル γ 上において、駆動側位置x cに対する従動側の位置C（図4（b））を算出し（ステップS35）、算出した位置Cのデータに基づいてステップS31のサーボ制御を行う。なお、前記ステップS32、33の工程は、ステップS34、35を通過した場合には不要となる。

【0042】

また、ステップS34の同期信号の判定において、オン状態からオフ状態に変化している場合には、同期制御を解除するものと判定し、減速停止処理を行って従動側の部材を停止させ、同期を解除する（ステップS40）。

【0043】

なお、図4（b）では、同期開始位置Pに対応する従動側の位置P'は同期位置プロファイル γ 上のピーク位置の場合を示しているが、該位置P'は同期位置プロファイル γ 上の任意の位置とすることができる。また、図4（b）において、従動側の位置A'は基底位置（図中の0の位置）の場合を示しているが、駆動側部材や他の従動側部材と干渉しない位置であれば、任意の位置とすることができる。図4（c）は、従動側の位置を基底位置（図中の0の位置）からはずれた位置A''の場合について示している。この場合の同期合わせ用位置プロファイル

α' は、前記の位置 A' を基底位置とする同期合わせ用位置プロファイル α を変形することによって形成することができる。なお、同期合わせ用位置プロファイル α' を用いた同期合わせの制御及び同期制御は、図 4 (b) の場合と同様に行うことができる。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 4 0 の減速停止処理について、図 6, 7 を用いて説明する。図 6 は本発明の減速停止処理による駆動側及び従動側の位置を説明する図であり、図 7 は本発明の減速停止処理のフローチャートである。

【 0 0 4 5 】

記憶手段 5 から減速停止用位置プロファイル β と停止動作開始位置 Q を読み出す。なお、停止動作開始位置 Q は駆動側の位相で表される (ステップ S 4 1)。駆動側の位相 x_c を取り込み (ステップ S 4 2)、位相 x_c が停止動作開始位置 Q に達するまで同期位置プロファイル γ に同期したサーボ制御を行う。このサーボ制御は、前記ステップ S 1 4, 1 0、及びステップ S 3 5, 3 1 と同様に、同期位置プロファイル γ 上において、駆動側の位相 x_c に対する従動側の位置を算出し、該位置に対する分配パルスを形成し、サーボに与えることによって行う (ステップ S 4 3、4 4、4 5)。

【 0 0 4 6 】

位相 x_c が停止動作開始位置 Q に達した場合 (ステップ S 4 3)、減速停止位置プロファイル β に沿って従動側部材を減速し停止させる。この減速停止は、駆動側の位相 x_d を取り込み (ステップ S 4 6)、減速停止用プロファイル β 上において、該位相 x_d に対する従動側の位置 D を算出し (ステップ S 4 7)、該位置 D に対する分配パルスを形成し、サーボに与えることによって行う (ステップ S 4 8)。

【 0 0 4 7 】

本発明の同期制御方法及び装置において、従動側は複数とすることができ、例えば、各従動側を 3 軸方向に対応させることができる。図 8 は複数の従動側の位置関係を示す説明図であり、図 9 は複数の従動側を制御する一構成例を説明するブロック図である。

【0048】

図8において、図8(a)は周期的な駆動側のストロークを示し、図8(b)は、駆動側に同期した3つの従動側(第1従動側、第2従動側、第3従動側)の状態を示している。各第1従動側、第2従動側、第3従動側はそれぞれ同期位置プロファイル γ_1 、 γ_2 、 γ_3 を備え、該プロファイル γ_1 、 γ_2 、 γ_3 に従うとともに駆動側の位置に同期して移動する。各第1従動側、第2従動側、第3従動側の位相は独立したものとすることができ、例えば、駆動側の位置Uに対して、第1従動側、第2従動側、第3従動側の各位置は V_1 、 V_2 、 V_3 とすることができる。なお、同期位置プロファイル γ_1 、 γ_2 、 γ_3 は異なるパターンとすることも、あるいは同一のパターンとすることもできる。

また、上記第1従動側、第2従動側、第3従動側は、別個の従動側とすることも、あるいは、同一の従動側が備える複数の各部材とすることもできる。

【0049】

各従動側について同期制御を適用するか否かの制御は、例えば図9の構成によって行うことができる。図9において、駆動側は、駆動側制御部10aと加減速制御部10cとデジタルサーボ回路10dとサーボモータ10eとを備える。加減速制御部10cは、駆動側制御部10aが備える駆動側分配信号処理部10bから出力される分配信号を受けてサーボモータ10eを駆動し、駆動側部材を駆動する。

【0050】

一方、従動側は、第1、2、3従動側分配信号処理部21b、22b、23bと加減速制御部21c、22c、23cとデジタルサーボ回路21d、22d、23dとサーボモータ21e、22e、23eとを備える。第1、2、3従動側分配信号処理部21b、22b、23bは、駆動側分配信号処理部10bから出力される分配信号を受け、各従動側に応じた分配信号を形成し加減速制御部21c、22c、23cに送る。

【0051】

第1、2、3従動側の同期制御の切り替えは、駆動側分配信号処理部10bと第1、2、3従動側分配信号処理部21b、22b、23bとの間に設けた切り

替え手段により行うことができ、該切り替えは同期信号のオン、オフで行うことができる。

なお、図 8, 9 の例では、複数の従動側として 3 つの場合を示しているが、該例に限らず任意の複数個とすることができる。

【 0 0 5 2 】

また、本発明の同期制御方法及び同期制御装置は数値制御装置に適用することができる。図 1 0 は本発明の同期制御方法及び装置を適用する数値制御装置 1 0 0 のブロック図である。CPU 1 1 は数値制御装置 1 0 0 を全体的に制御するプロセッサである。CPU 1 1 は、ROM 1 2 に格納されたシステムプログラムをバス 2 0 を介して読み出し、該システムプログラムに従って数値制御装置全体を制御する。RAM 1 3 には一時的な計算データや表示データ及び CRT / MDI ユニット 7 0 を介してオペレータが入力した各種データが格納される。CMOS メモリ 1 4 は図示しないバッテリーでバックアップされ、数値制御装置 1 0 0 の電源がオフされても記憶状態が保持される不揮発性メモリとして構成される。CMOS メモリ 1 4 中には、インターフェイス 1 5 を介して読み込まれた加工プログラムや CRT / MDI ユニット 7 0 を介して入力された加工プログラム等が記憶される。また、ROM 1 2 には、加工プログラムの作成及び編集のために必要とされる編集モードの処理や自動運転のための処理を実施するための各種システムプログラムがあらかじめ書き込まれている。

【 0 0 5 3 】

本発明の同期制御を行うプログラムは、ROM 1 2 等へ書き込んでおくことができ、同期合わせ用位置プロファイル α 、減速停止位置プロファイル β 、同期位置プロファイル γ 、同期開始位置 P、移動開始位置 A、停止動作開始位置 Q 等の各データは、インターフェイス 1 5 や CRT / MDI ユニット 7 0 を介して入力し、CMOS メモリ 1 4 に格納することができる。

【 0 0 5 4 】

インターフェイス 1 5 は、数値制御装置 1 0 0 とアダプタ等の外部機器 7 2 との接続を可能とするものである。外部機器 7 2 側からは加工プログラムや同期制御のためのパラメータ α 、 β 、 γ 、P、A、Q 等が読み込まれる。また、数値制

御装置 1 0 0 内で編集した加工プログラムは、外部機器 7 2 を介して外部記憶手段に記憶させることができる。PMC（プログラマブル・マシン・コントローラ）1 6 は、数値制御装置 1 0 0 に内蔵されたシーケンスプログラムで工作機械の補助装置（例えば、工具交換用のロボットハンドといったアクチュエータ）に I / O ユニット 1 7 を介して信号を出力し制御する。また、工作機械の本体に配備された操作盤の各種スイッチ等の信号を受け、必要な信号処理をした後、CPU 1 1 に渡す。なお、機械側からの信号を、本発明の同期信号として用いることができる。

【 0 0 5 5 】

CRT / MDI ユニット 7 0 はディスプレイやキーボード等を備えた手動データ入力装置であり、インターフェイス 1 8 は CRT / MDI ユニット 7 0 のキーボードからの指令、データを受けて CPU 1 1 に渡す。インターフェイス 1 9 は手動パルス発生器 7 1 に接続されパルスを受ける。手動パルス発生器 7 1 は操作盤に実装され、手動操作に基づいて形成された分配パルスによって、各軸制御で工具を精密に位置決めするために使用される。

【 0 0 5 6 】

各軸の軸制御回路 3 0 ~ 3 3 は CPU 1 1 からの各軸の移動指令量を受けて、各軸の指令をサーボアンプ 4 0 ~ 4 3 に出力する。サーボアンプ 4 0 ~ 4 3 はこの指令を受けて、各軸のサーボモータ 5 0 ~ 5 3 を駆動する。各軸のサーボモータ 5 0 ~ 5 3 は位置・速度検出器を内蔵し、この位置・速度検出器からの位置・速度フィードバック信号を軸制御回路 3 0 ~ 3 3 にフィードバックし、位置・速度のフィードバック制御を行う。なお、図 1 0 では、位置・速度のフィードバックについては省略している。

【 0 0 5 7 】

軸制御回路 3 0 ~ 3 3，サーボアンプ 4 0 ~ 4 3，及びサーボモータ 5 0 ~ 5 3 で駆動側あるいは従動側の制御系を構成することができ、何れを駆動側とし何れを従動側とするかは、設定により定めることができる。

【 0 0 5 8 】

また、スピンドル制御回路 6 0 は主軸回転指令を受け、スピンドルアンプ 6 1

にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ 6 1 はスピンドル速度信号を受けて、主軸モータ 6 2 を指令された回転速度で回転させる。ポジションコーダ 6 3 は、主軸モータ 6 2 の回転に同期して帰還パルスをスピンドル制御回路 6 0 にフィードバックし、速度制御を行う。なお、このスピンドル制御は、本発明の同期制御と独立して行うことができる。

【 0 0 5 9 】

CPU 1 1 は、CRT/MDI ユニット 7 0 や機械側から受けた同期信号に基づき、ROM 1 2 に格納した同期制御のプログラムやCMOS 1 4 等に格納した各パラメータに従って、同期制御を行う。

【 0 0 6 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、駆動側と従動側の同期制御において、円滑な同期開始を行うことができる。また、円滑な同期により駆動側と従動側間の機械的衝撃を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の同期制御方法及び装置を適用した構成を説明するためのブロック図である。

【図 2】

本発明の第 1 の形態の同期制御による駆動側及び従動側の位置を説明する図である。

【図 3】

本発明の第 1 の形態の同期制御方法及び装置のフローチャートである。

【図 4】

本発明の第 2 の形態の同期制御による駆動側及び従動側の位置を説明する図である。

【図 5】

本発明の第 2 の形態の同期制御方法及び装置のフローチャートである。

【図 6】

本発明の減速停止処理による駆動側及び従動側の位置を説明する図である。

【図 7】

本発明の減速停止処理のフローチャートである。

【図 8】

複数の従動側の位置関係を説明する図である。

【図 9】

複数の従動側を制御する一構成例を説明するブロック図である。

【図 1 0】

本発明の同期制御方法及び装置を適用する数値制御装置のブロック図である。

【図 1 1】

従来の同期制御を説明するための概略構成図である。

【符号の説明】

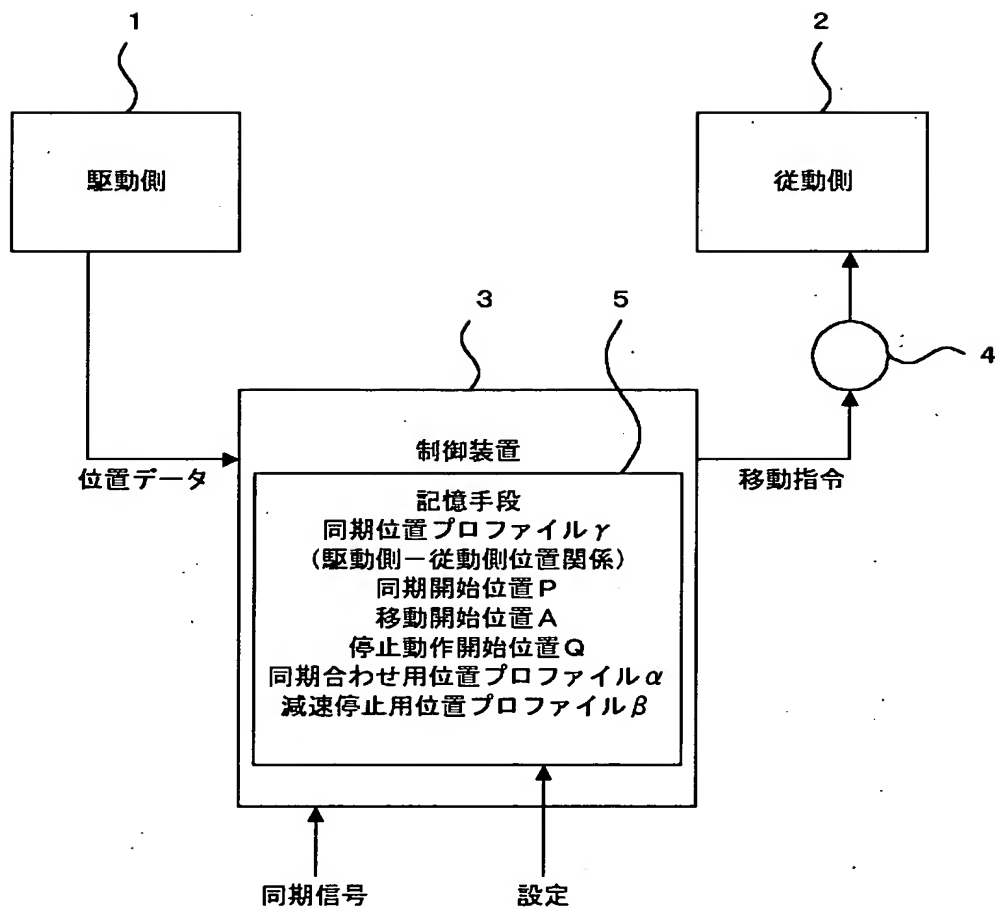
- 1 駆動側
- 2 従動側
- 3 制御装置
- 4 サーボモータ
- 5 記憶手段
- 1 0 a 駆動側制御部
- 1 0 b 駆動側分配信号処理部
- 1 0 c, 2 1 c, 2 2 c, 2 3 c 加減速制御部
- 1 0 d, 2 1 d, 2 2 d, 2 3 d デジタルサーボ回路
- 1 0 e, 2 1 e, 2 2 e, 2 3 e サーボモータ
- 2 1 b, 2 2 b, 2 3 b 従動側分配信号処理部
- 1 1 CPU
- 1 2 ROM
- 1 3 RAM
- 1 4 CMOS
- 1 5, 1 8, 1 9 INT
- 1 6 PMC

- 17 I/Oユニット
- 20 バス
- 30～33 軸制御回路
- 40～43 サーボアンプ
- 50～53 サーボモータ
- 60 スピンドル制御回路
- 61 スピンドルアンプ
- 62 主軸モータ
- 63 ポジションコーダ
- 70 CRT/MDIユニット
- 71 手動パルス発生器
- 72 FCA
- 100 数値制御装置
 - α 同期合わせ用位置プロファイル
 - β 減速停止用位置プロファイル
 - γ 同期位置プロファイル
 - A 移動開始位置
 - P 同期開始位置
 - Q 停止動作開始位置

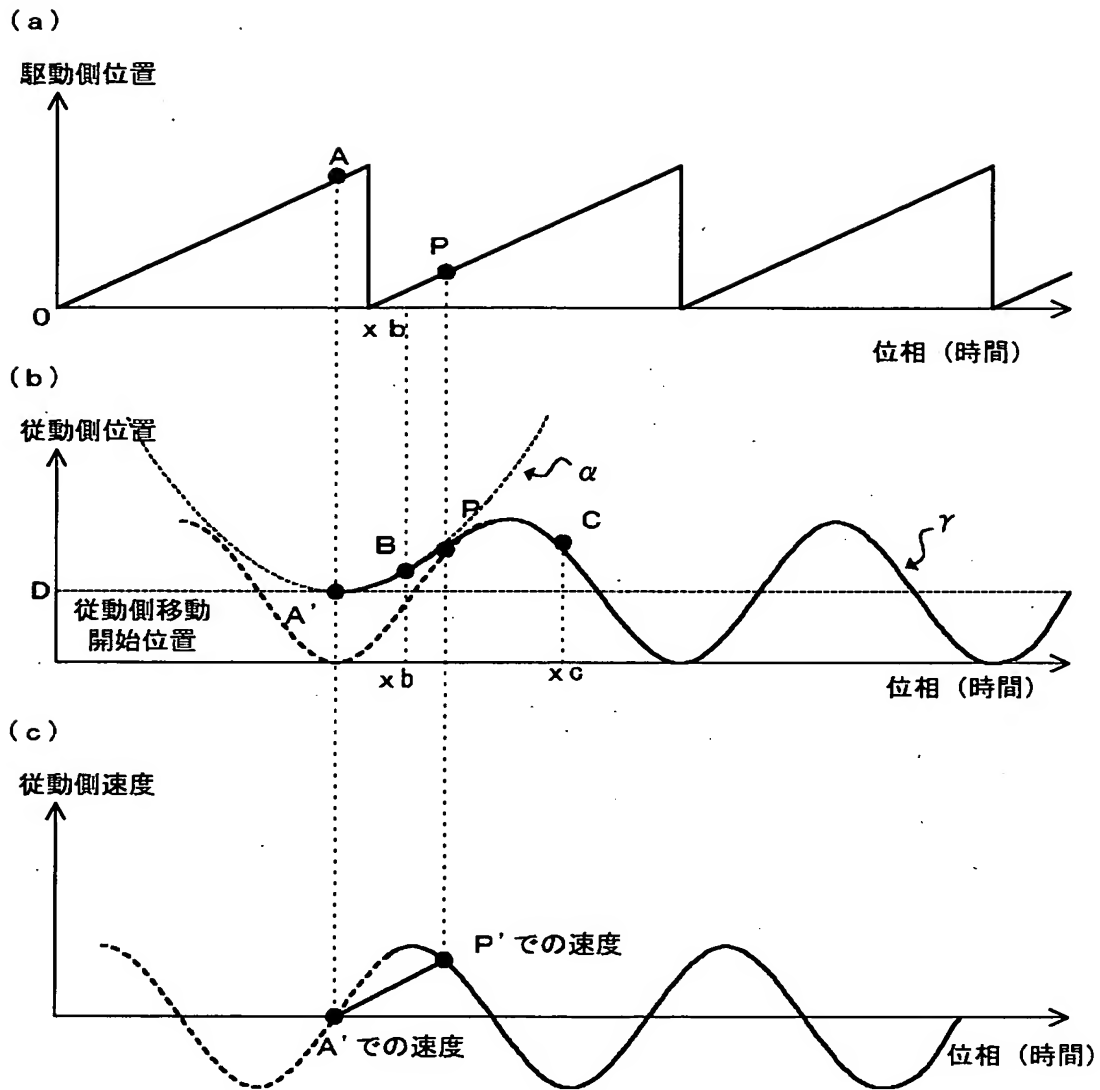
【書類名】

図面

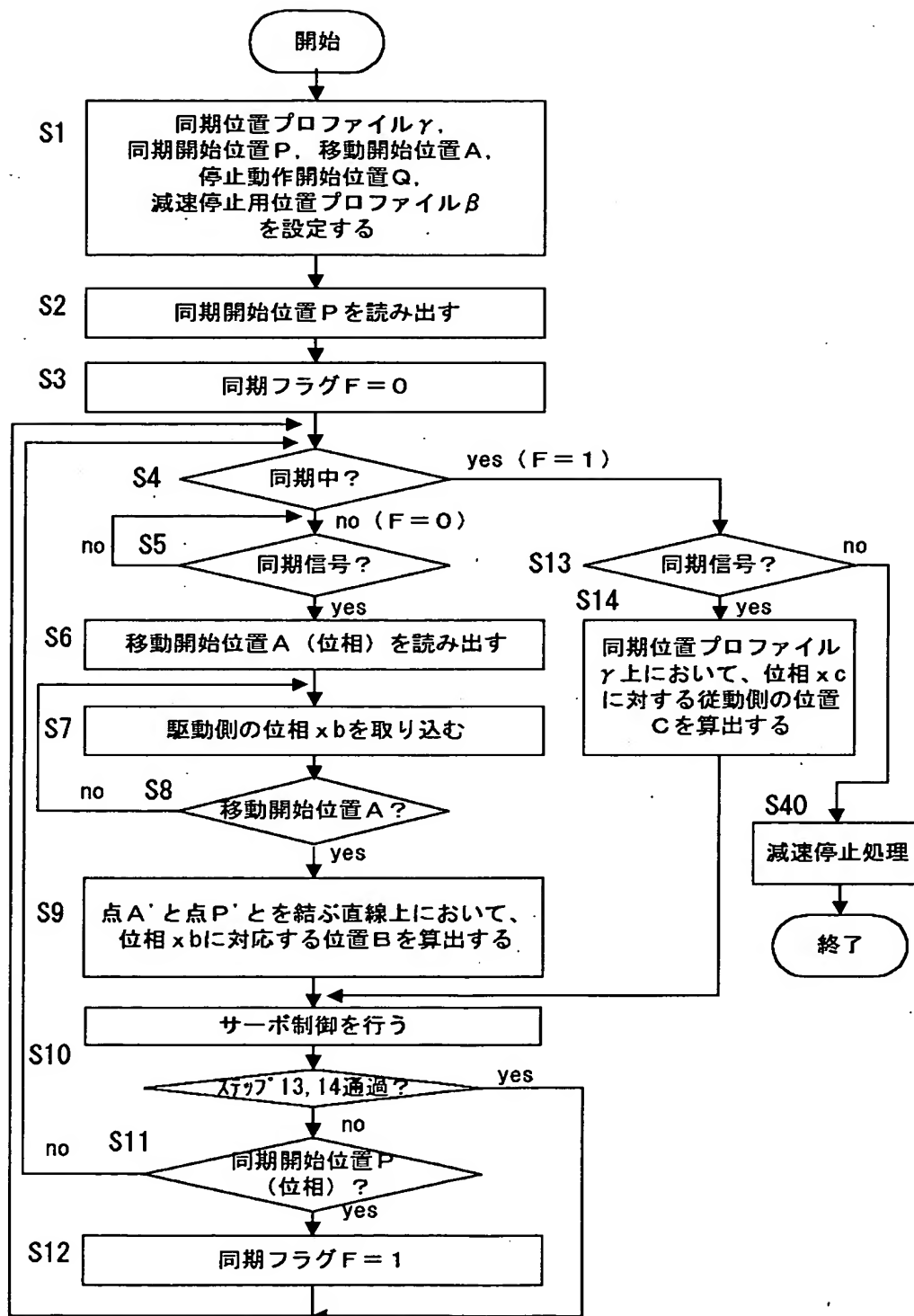
【図 1】



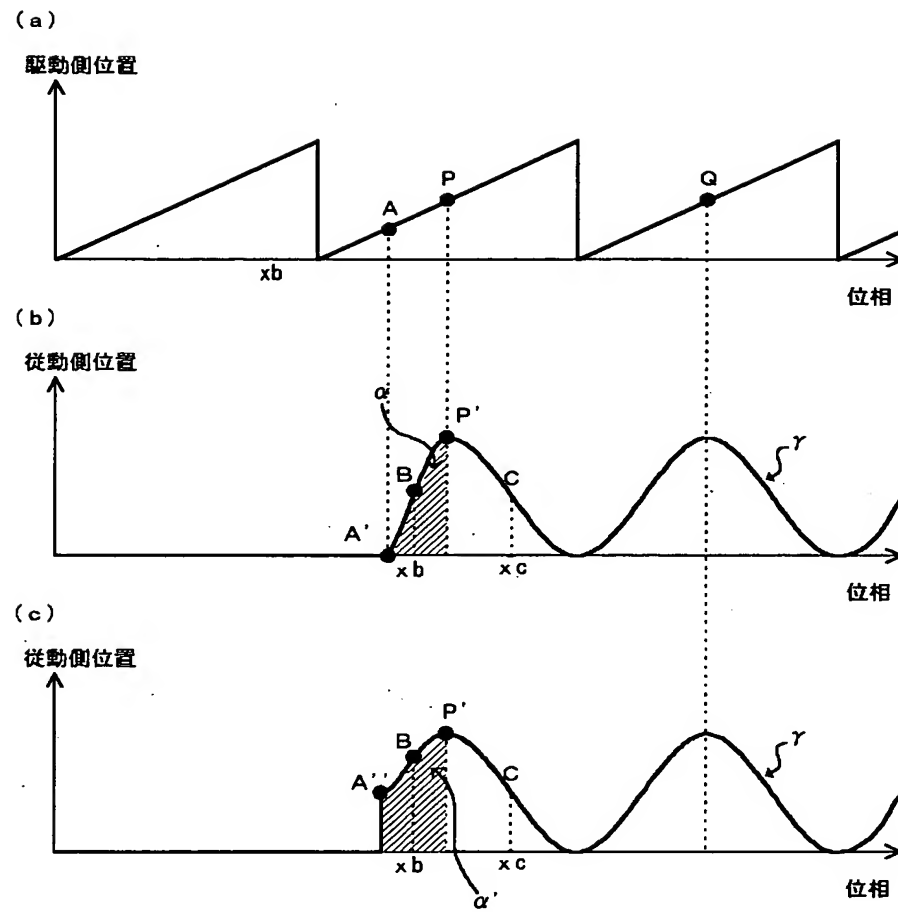
【図 2】



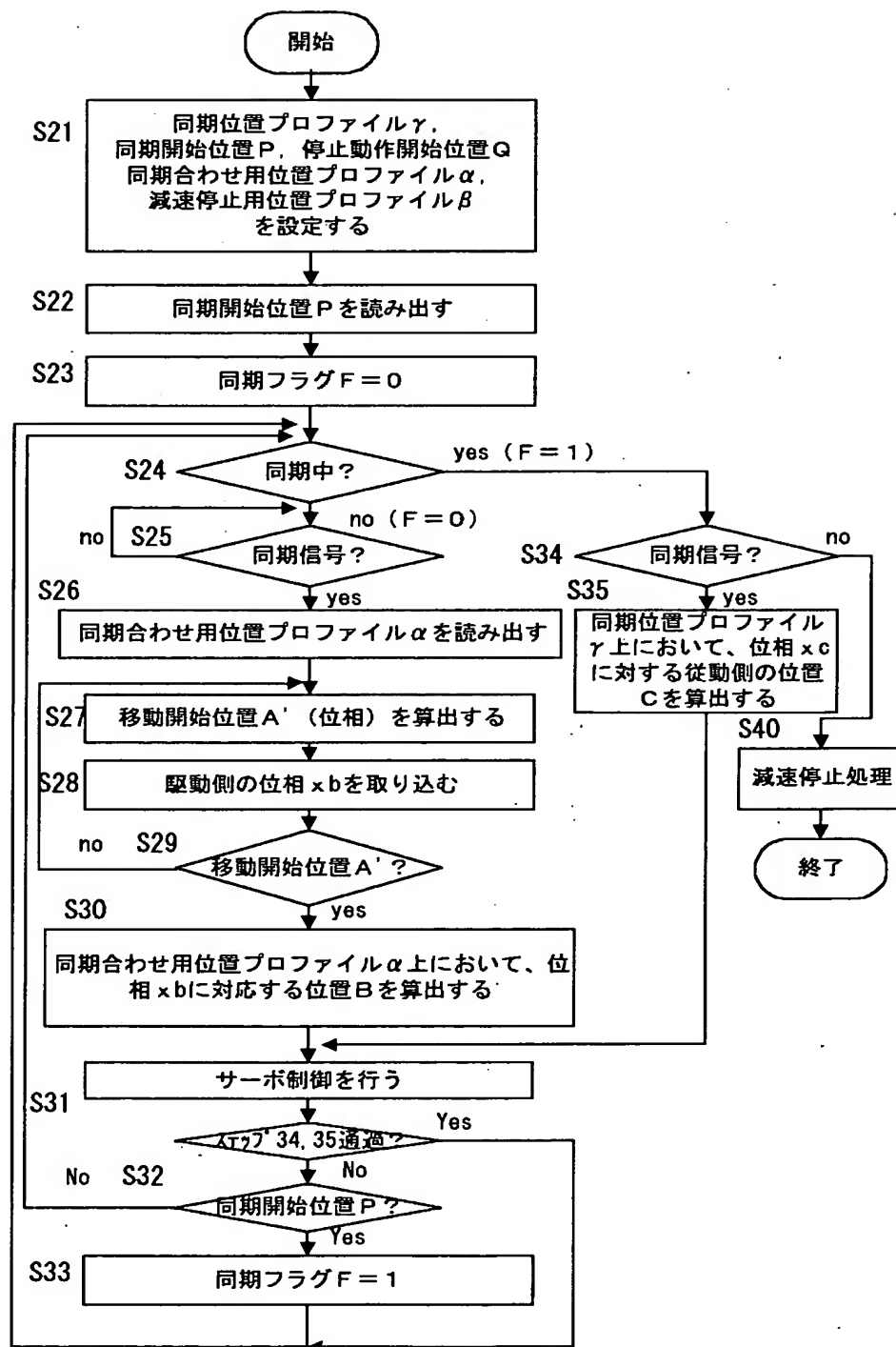
【図 3】



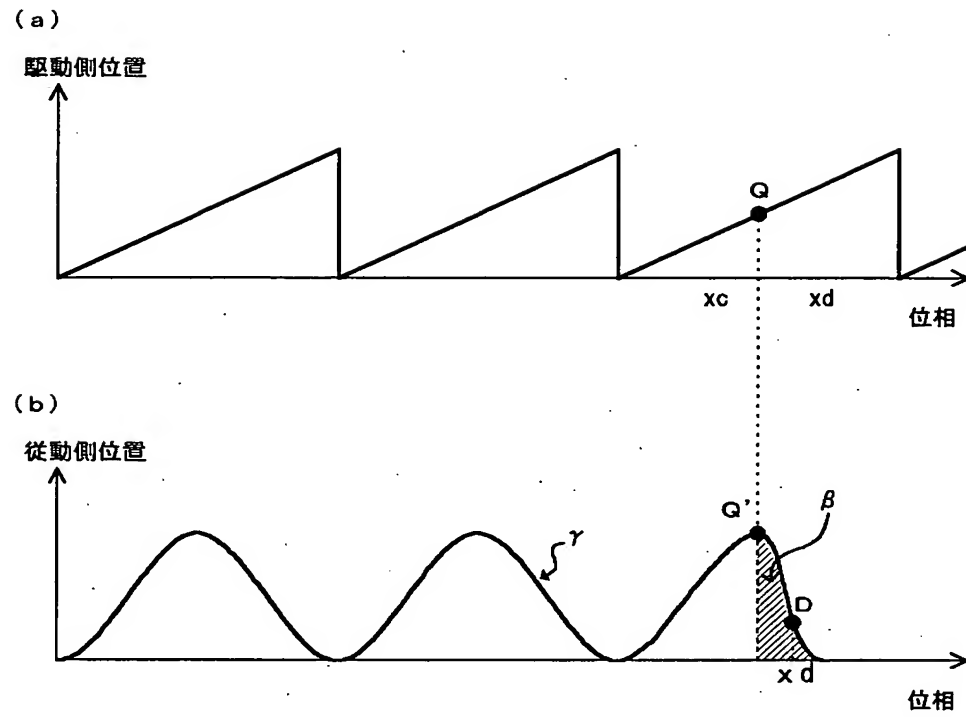
【図4】



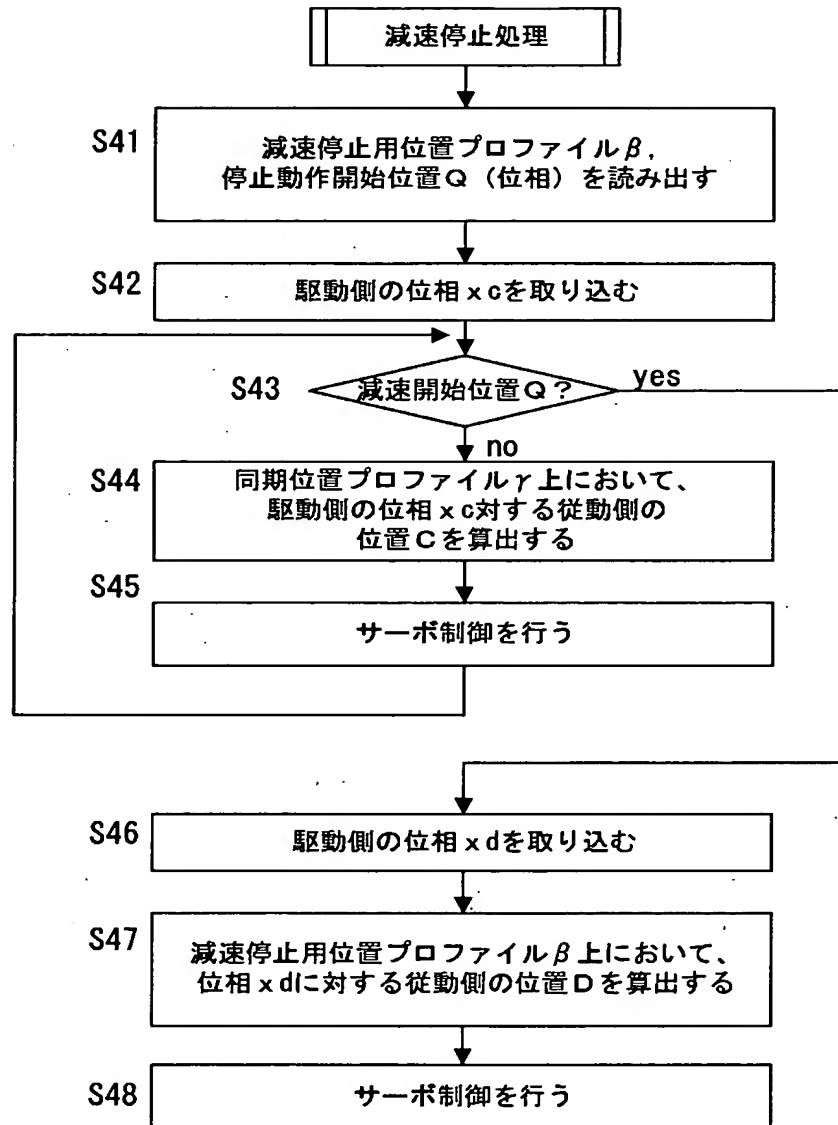
【図 5】



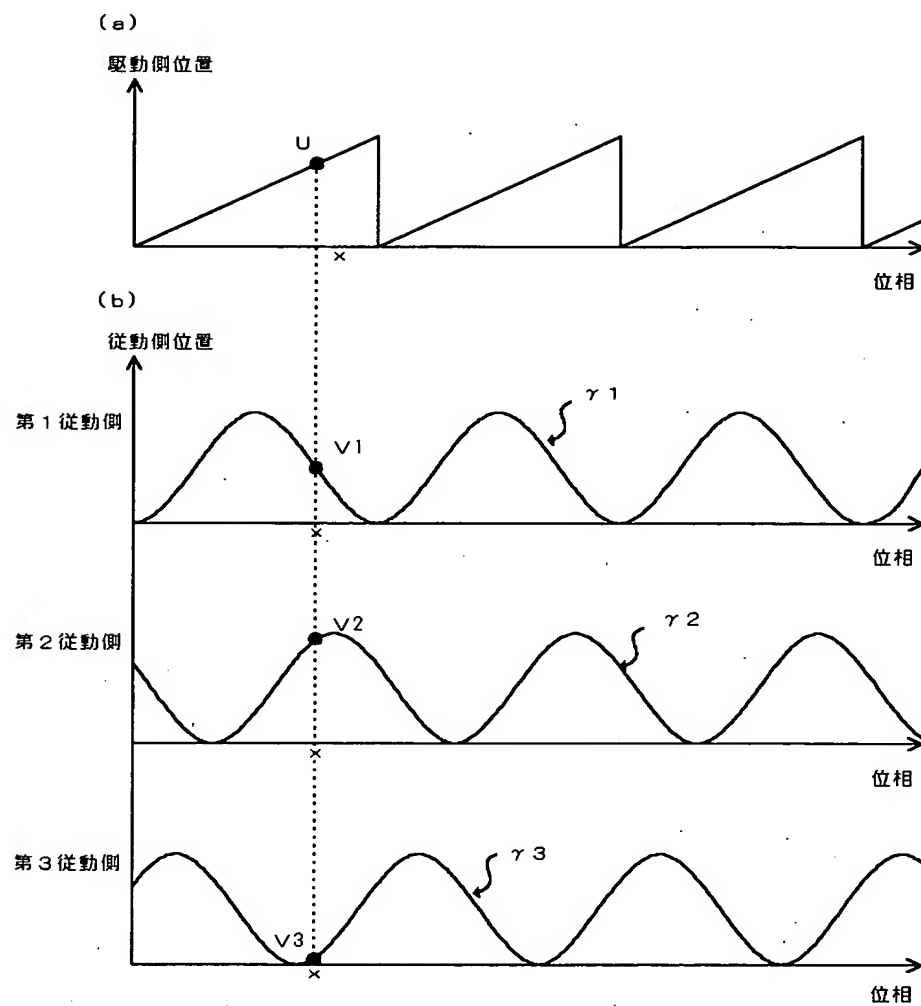
【図 6】



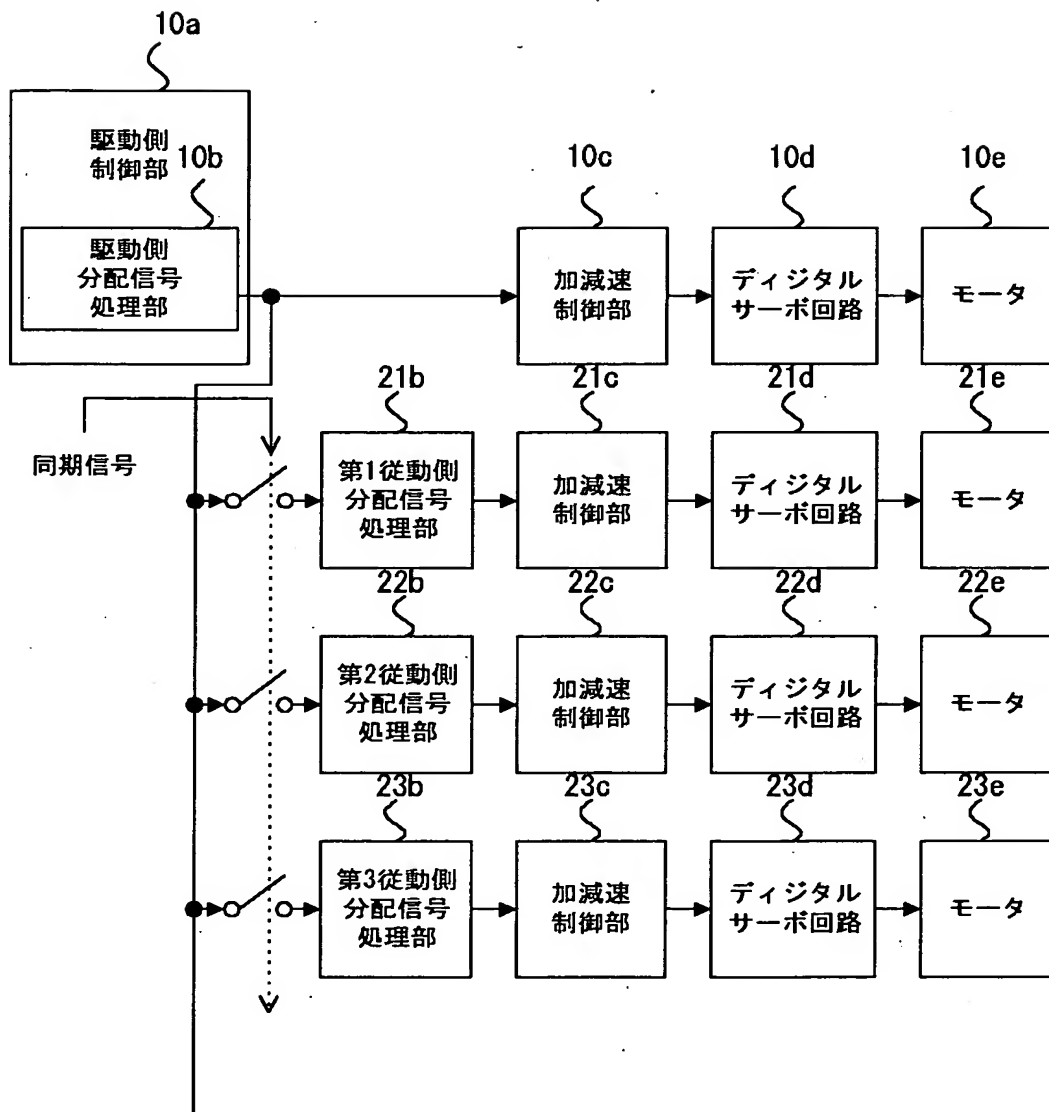
【図 7】



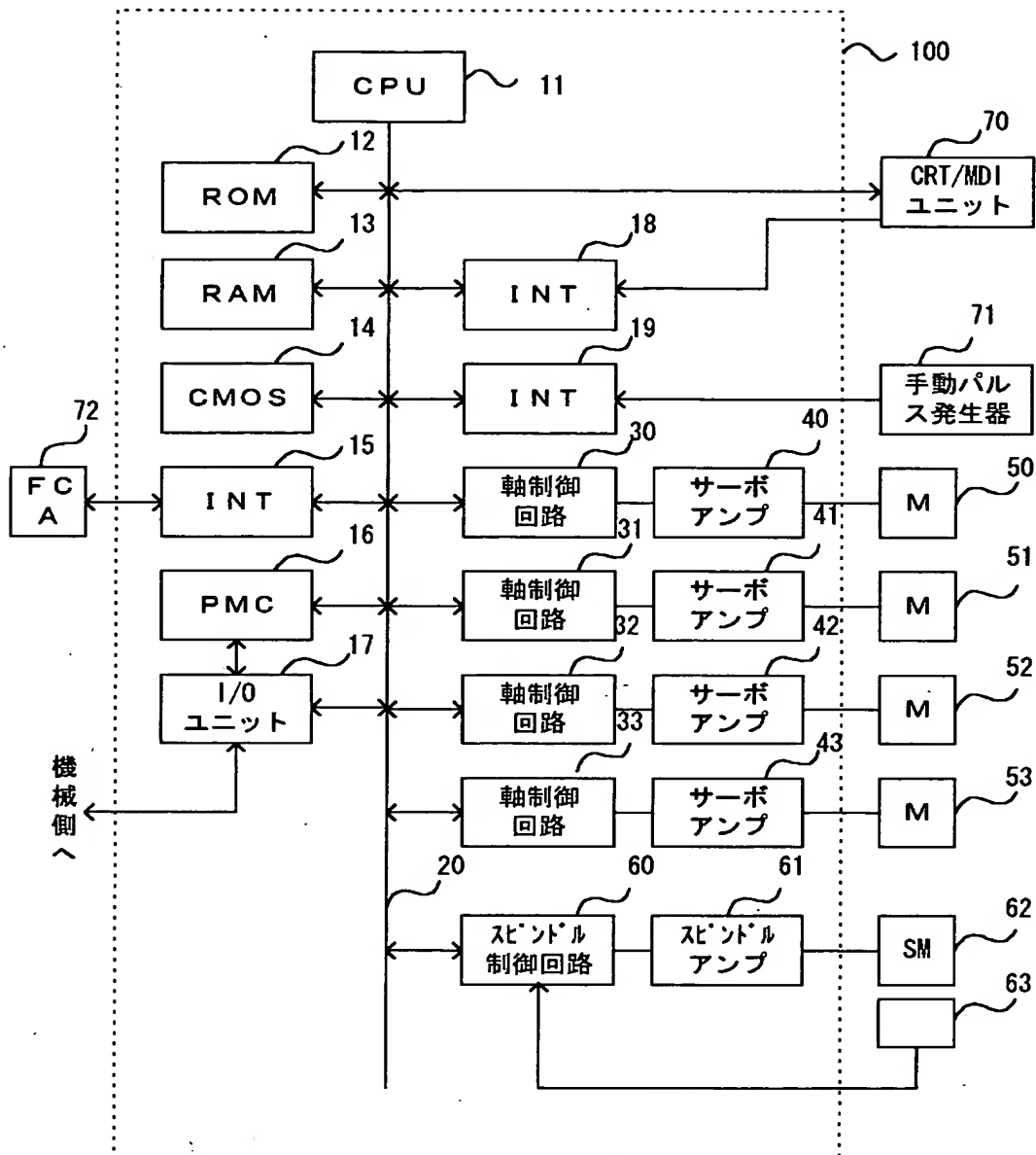
【図 8】



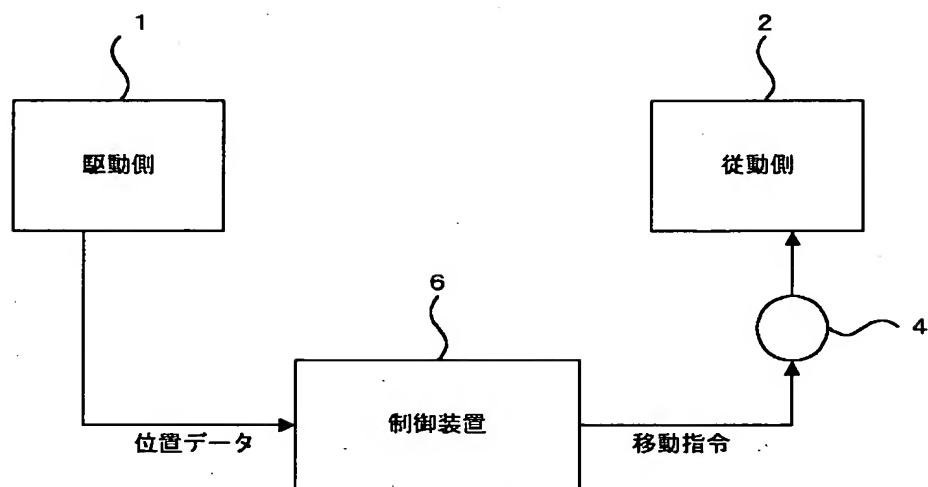
【図 9】



【図10】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動側と従動側の同期制御において、円滑な同期開始を行い、また、円滑な同期により駆動側と従動側間の機械的衝撃を低減する。

【解決手段】 従動側部材の駆動を開始して駆動側部材の動作に同期させる際に、同期した動作を開始する同期開始位置より前の時点で従動側部材の移動を開始し、同期開始位置において、駆動側部材と従動側部材の同期を合わせ、円滑に同期を開始し、駆動側と従動側間の機械的衝撃を低減する。駆動側部材の位置と該位置に対する従動側部材の位置との位置関係を備え、位置関係に基づいて駆動側部材の位置に対する従動側部材の位置データを求めて移動指令を従動側部材の駆動機構に与えて、駆動側部材と従動側部材との同期制御を行う同期制御方法及び装置において、駆動側部材と従動側部材との同期動作を開始する同期開始位置を与え、従動側は同期開始位置より前の時点の移動開始位置から同期開始位置間での間において加減速制御を行い、同期開始位置より以降は位置データに基づく位置制御を行う。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 4 0 0 2 2 8
受付番号	5 0 0 0 1 6 9 9 2 5 8
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 3 年 1 月 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年12月28日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
氏 名 ファナック株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.